

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-204758

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) IntCl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 27/108

H 0 1 L 27/10

6 2 5 A

21/8242

27/04

C

27/04

21/822

審査請求 有 請求項の数39 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-81392

(22) 出願日 平成10年(1998) 3月27日

(31) 優先権主張番号 8 7 1 0 0 1 1 5

(32) 優先日 1998年1月6日

(33) 優先権主張国 台湾 (T W)

(71) 出願人 397031108

世界先進積層電路股▲ふん▼有限公司

台湾新竹科学工業園区新竹県園区三路123

号

(72) 発明者 盧 志遠

台湾新竹市新光路81號4樓

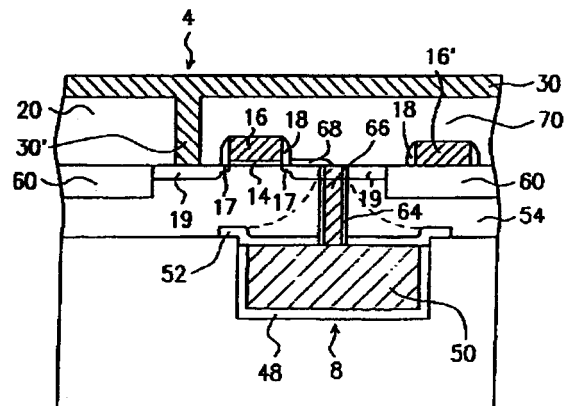
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外7名)

(54) 【発明の名称】 半導体基板に埋蔵した水平型トレンチコンデンサの製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 埋蔵型隠匿式水平型トレンチコンデンサを提供する。

【解決手段】 シリコン基板の上にエッチで構成されるトレンチに高誘電定数の誘電層を形成し、トレンチに第1のポリシリコン層50を充填し、第1のポリシリコン層の上に第2の誘電層52を形成し、基板と第1のポリシリコン層50の上にエピタキシ54/非エピタキシャルシリコン層を形成するとともに、トレンチ上のデバイスエリアを囲む電界酸化エリア60を形成する。エピタキシ/非エピタキシャルシリコン層内に形成する接触孔の側壁に酸化ライナー64とポリシード金属を形成してアノード接触点66を画成し、デバイスエリア上にFETを形成して、重ドーパドソース/ドレイン電極エリア19とアノード接触点66を接続し、軽ドーパドソース/ドレイン電極エリア17はワードライン16'に接続することを特徴とする埋蔵式水平型トレンチコンデンサの構成とその製造方法の提供。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板に埋蔵する水平型トレンチコンデンサの製造方法に於いて、  
前記基板に複数のトレンチをエッチングすることにより前記水平型トレンチコンデンサを画成し、  
前記基板の各トレンチに第1の誘電層を形成させ、  
前記各トレンチに第1のポリシリコン層を充填するとともに、前記第1のポリシリコン層と前記基板表面を同一平面にして、前記基板と前記第1のポリシリコン層上に第2の誘電層を形成させ、なお、  
第2の誘電層をパターニングすることにより第1のポリシリコン層上の前記第2の誘電層を残し、  
前記シリコン基板上に成長するエピタキシャル層の側面を前記第1のポリシリコン層上の前記第2の誘電層を上迄延在させると共に、アモルファスSi層を前記第2の誘電層上に成長させ、  
前記アモルファスSi層上部の表面積を、エピタキシ成長の厚さの増加に対して縮小させることからエピタキシ／アモルファスSi層を形成させ、また、  
前記エピタキシ／アモルファスSi層及び前記第2の誘電層を貫通して前記トレンチ上の前記第1のシリコン層に複数の端点接触孔をエッチングし、  
前記各端点接触孔の前記エピタキシ／アモルファスSi層の側壁に絶縁ライナーを形成させ、  
前記各端点接触孔に第2のポリシリコン層を充填してアノード電極の接触点を画成して前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサのアレイを完成するステップ等を備えたことを特徴とする半導体基板に埋蔵した水平型トレンチコンデンサの製造方法。

【請求項2】 前記基板がP<sup>+</sup>単結晶シリコンで、そのドーピング濃度が約 $1 \times 10^{16}$ atom/cm<sup>3</sup>から $1 \times 10^{18}$ atom/cm<sup>3</sup>迄の間で形成されてあることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板に埋蔵した水平型トレンチコンデンサの製造方法。

【請求項3】 エッチングされた前記トレンチの深さが約0.2μmから2.0μm迄の間にあることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板に埋蔵した水平型トレンチコンデンサの製造方法。

【請求項4】 前記第1と第2の誘電層が酸化珪素／窒化珪素／酸化珪素層であることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板に埋蔵した水平型トレンチコンデンサの製造方法。

【請求項5】 前記第1と第2のポリシリコン層は、約 $1 \times 10^{19}$ atom/cm<sup>3</sup>から $1 \times 10^{21}$ atom/cm<sup>3</sup>迄の濃度でN<sup>+</sup>ドーパドされて形成することを特徴とする請求項1に記載の半導体基板に埋蔵した水平型トレンチコンデンサの製造方法。

【請求項6】 前記エピタキシ層は、約 $1 \times 10^{15}$ atom/cm<sup>3</sup>から $1 \times 10^{18}$ atom/cm<sup>3</sup>迄の濃度でP<sup>-</sup>ドーパドされて形成することを特徴とする請求項1に記載の半導体

基板に埋蔵した水平型トレンチコンデンサの製造方法。

【請求項7】 前記絶縁パットが酸化珪素／窒化珪素／酸化珪素であることを特徴とする請求項1に記載の半導体基板に埋蔵した水平型トレンチコンデンサの製造方法。

【請求項8】 半導体基板内に形成された複数の埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるDRAMセルアレイの製造方法に於いて、

前記基板上に第1のパット酸化層を形成し、  
前記第1のパット酸化層に第1の窒化シリコン層を形成させ、  
前記第1の窒化珪素層をパターニングして前記基板に複数のトレンチを画成し、  
前記各埋蔵式水平型トレンチコンデンサをそれぞれの前記各ダイナミックラムセルに形成させ、  
前記基板の前記各トレンチ上に第1の誘電層を形成し、  
充填しうる厚さのブランケット状の第1のポリシリコン層を形成して前記各トレンチを充填し、なお、  
化学機械研磨法にて前記第1のポリシリコン層を研磨することにより前記第1のポリシリコン層と前記基板とが同一の平面を形成するとき、前記基板の表面に露出させて前記基板と前記第1のポリシリコン層の上に第2の誘電層を形成し、  
前記第2誘電層をパターニングすることにより前記第1のポリシリコン層を覆う部分のみを残し、  
前記基板上にエピタキシ層を成長させてその側面を前記第1のポリシリコン層上の前記第2誘電層の上迄延在させるとともに、アモルファスSi層を前記第2誘電層の上に成長させることにより前記アモルファスSi層の上部表面積をエピタキシが成長する厚さの増加によって減少し、エピタキシ／アモルファスSi層を形成させ、  
第2のパット酸化層及び第2の窒化珪素層にて前記アクティブデバイスエリアの上に電界酸化隔離区域を画成して、前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサの周囲を囲むようにして前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサ上のアクティブデバイスエリアを隔離し、  
前記第2の窒化珪素層、前記エピタキシ／アモルファスSi層及び前記第2の誘電層を貫通して前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサ上の前記第1のシリコン層に複数の端点接触孔をエッチングし、  
前記各端点接触孔の前記エピタキシ／アモルファスSi層の側壁に絶縁ライナーを形成させ、第2のポリシリコン層を形成するとともに、エッチバックすることにより前記各端点接触孔を第2のポリシリコン層で充填してアノード電極の接触点を画成し、  
前記第2の窒化珪素層と前記第2のパット酸化層を除去することで埋蔵式水平型トレンチコンデンサのアレイを画成するステップ等を備えたことを特徴とする半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの

## 製造方法

【請求項9】 前記基板がP<sup>+</sup>単結晶シリコンで、そのドーピング濃度が約 $1 \times 10^{16}$ atom/cm<sup>3</sup>から $1 \times 10^{18}$ atom/cm<sup>3</sup>迄の間で形成されてあることを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項10】 エッチングされた前記トレンチの深さが約0.2μmから2.0μm迄の間にあることを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項11】 前記第1と第2の誘電層が酸化珪素/窒化珪素/酸化珪素層であることを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項12】 形成された前記酸化珪素/窒化珪素/酸化シリコン層の厚さが約20から100Åの間にあることを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項13】 前記第1と第2の誘電層に酸化タンタル(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)を含むことを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項14】 前記第1と第2のポリシリコン層は、約 $1 \times 10^{19}$ atom/cm<sup>3</sup>から $1 \times 10^{21}$ atom/cm<sup>3</sup>迄の濃度でN<sup>+</sup>ドーパドされて形成することを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項15】 前記エピタキシ層は、約 $1 \times 10^{15}$ atom/cm<sup>3</sup>から $1 \times 10^{18}$ atom/cm<sup>3</sup>迄の濃度でP<sup>-</sup>ドーパドされて形成することを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項16】 前記エピタキシ/アモルファスSi層の厚さが約200から5000Åの間にあることを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項17】 前記絶縁ライナーが酸化珪素/窒化珪素/酸化珪素であって、その厚さが約20から200Åの間にあることを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項18】 前記絶縁ライナーが酸化タンタル(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)であって、その厚さが約20から100Åの間にあることを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項19】 前記電界酸化隔離エリアは、局部エリア酸化法によってエピタキシ層を熱酸化して形成されたことを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項20】 前記電界酸化隔離エリアは、浅溝隔離法によって形成され、前記方法に、

(a) フォトリソエッチマスクで前記第2の窒化珪素層をパターニングすることにより前記エピタキシ/アモルファスSi層に複数の浅い隔離溝をエッチングで画成し、

(b) 前記フォトリソマスクを除去して、

(c) 前記各トレンチに選択性の熱酸化層を生成し、

(d) 二酸化珪素層を化学蒸着し、化学機械研磨法を用いて前記酸化珪素を前記窒化珪素層が露出する迄研磨して前記浅溝隔離エリアを形成する。ことを特徴とする請求項8に記載の半導体基板内に形成する複数の前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサによって形成されるダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項21】 ダイナミックラムセルアレイの製造に於いて、半導体基板上に複数の埋蔵式水平型トレンチコンデンサ具える前記メモリセルアレイを生成するとき、前記シリコン基板上に第1のバット酸化層を形成し、前記第1のバット酸化層上に第1の窒化珪素層を形成し、

前記第1の窒化珪素層をパターニングすることにより前記基板に複数のトレンチをエッチングして前記各埋蔵式水平型トレンチコンデンサをそれぞれの前記各DRAMセルの中に画成し、なお前記基板の前記各トレンチ上に第1の誘電層を形成して充填しうる厚さのブランケット状の第1のポリシリコン層を形成して前記各トレンチを充填し、

化学機械研磨法にて前記第1のポリシリコン層を研磨することにより前記第1のポリシリコン層と前記基板とが同一の平面を形成するとき、前記基板の表面を露出させ、

前記基板と前記第1のポリシリコン層の上に第2の誘電層を形成し、

前記第2誘電層をパターニングすることにより前記第1のポリシリコン層を覆う部分のみを残し、

前記基板上にエピタキシ層を成長させてその側面を前記第1のポリシリコン層上の前記第2誘電層の上述延在させるとともに、アモルファスSi層を前記第2誘電層の上に成長させることにより前記アモルファスSi層の上

部表面積をエピタキシが成長する厚さの増加によって減少して、エピタキシ/アモルファスSi層を形成させ、第2のバット酸化層及び第2の窒化珪素層にて前記アクティブデバイスエリアの上に電界酸化隔離区域を画成して、前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサの周囲を囲むようにして前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサ上のアクティブデバイスエリアを隔離し前記第2の窒化珪素層、前記エピタキシ/アモルファスSi層及び前記第2の誘電層を貫通して前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサ上上の前記第1のシリコン層に複数の端点接触孔をエッチングし、

前記各端点接触孔の前記エピタキシ/アモルファスSi層の側壁に絶縁ライナーを形成させ第2のポリシリコン層を形成するとともに、エッチバックすることにより前記各端点接触孔を第2のポリシリコン層を充填してアノード電極の接触点を画成し、

前記第2の窒化珪素層と前記第2のバット酸化層を除去することで埋蔵式水平型トレンチコンデンサのアレイを形成するとともに、前記デバイスエリアにゲート電極酸化層を形成して前記各メモリセルアレイを形成する。第1のポリシード金属層を形成してパターニングすることにより、前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサの上方迄延伸した前記デバイスエリアに、複数のFETゲート電極を画成し、

前記各ゲート電極の近傍に軽ドーピングソース/ドレイン電極エリアを形成し、

絶縁層を形成してエッチバックすることにより、複数の前記各ゲート電極の間隙壁を構成する。前記各間隙壁の横に重ドーピングソース/ドレイン電極エリアを形成し、前記各DRAMセルアレイの複数のアクセスFET形成し、前記各トランジスタのソース/ドレイン電極エリアと前記各埋蔵式水平型トレンチコンデンサの前記各アノード接触点を接続させ前記絶縁バットの上に端点ストラップを画成して、前記ソース/ドレイン電極エリアと前記接触端点間の電気接続をおこない前記各ゲート電極及び前記各ソース/ドレイン電極エリアの上にポリシード金属誘電層を形成させ前記ポリシード金属誘電層をエッチングして前記各トランジスタの第2ソース/ドレイン電極エリアにビットライン接触孔を画成し、パターニングされた第2ポリシード金属層を延伸させて前記各ビットライン接触孔を覆い、前記各DRAMセルを完成する。諸ステップを具えたことを特徴とするダイナミックラムセルアレイの製造方法。

【請求項22】 前記基板がP<sup>+</sup>単結晶シリコンで、そのドーピング濃度が約 $1 \times 10^{16} \text{ atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{18} \text{ atom/cm}^3$ 迄の間で形成されてあることを特徴とする請求項21に記載のダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項23】 エッチングされた前記トレンチの深さが約0.2mmから2.0mm迄の間にあることを特徴とする請求項21に記載のダイナミックラムセルアレイの製

造方法

【請求項24】 前記第1と第2の誘電層が酸化珪素/窒化珪素/酸化珪素層であり、形成された厚さが約20から100Åの間にあることを特徴とする請求項21に記載のダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項25】 前記第1と第2のポリシリコン層は、約 $1 \times 10^{19} \text{ atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{21} \text{ atom/cm}^3$ 迄の濃度でN<sup>+</sup>ドーピングで形成することを特徴とする請求項21に記載のダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項26】 前記エピタキシ層はドーピング量約 $1 \times 10^{15} \text{ atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{18} \text{ atom/cm}^3$ 間のジボランのP<sup>-</sup>ドーピングで形成されたことを特徴とする請求項21に記載のダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項27】 前記エピタキシ/アモルファスSi層の厚さが約200から5000Åの間にあることを特徴とする請求項21に記載のダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項28】 前記絶縁ライナーが酸化珪素/窒化珪素/酸化珪素であって、その厚さが約20から200Åの間にあることを特徴とする請求項21に記載のダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項29】 前記電界酸化隔離エリアは、局部エリア酸化法によってエピタキシ層を熱酸化して形成されたことを特徴とする請求項21に記載のダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項30】 前記アノードストラップの材質は、チタン、チタン/窒化物、珪化タングステン( $\text{WSi}_2$ )又は珪化チタニウム( $\text{TiSi}_2$ )等のグループにより形成され、形成厚さが約50から1000Åの間にあることを特徴とする請求項21に記載のダイナミックラムセルアレイの製造方法

【請求項31】 埋蔵式水平型トレンチコンデンサに於いて、

表面に容量トレンチをエッチングした基板と、前記容量トレンチに第1の誘電層を形成するとともに、第1のポリシリコン層で前記容量トレンチを充填し、パターニングされた第2の誘電層で前記容量トレンチの第1のポリシリコン層の上を覆うとともに、前記第2の誘電層を前記容量トレンチの周囲の前記第1の誘電層の上迄に延在させ、

前記基板上のエピタキシ層を側面に向かってパターニングされた前記第2の誘電層の上迄延在し、

前記エピタキシ層に下方に向かって前記容量トレンチの前記第1のポリシリコン層迄延在した垂直接触孔を有し、且つ、絶縁ライナーを前記接触孔の側壁に有して前記接触孔内の第2のポリシリコン層にて前記容量トレンチ内の第1のポリシリコン層と接触することによって完成される諸構造を有することを特徴とする埋蔵式水平型トレンチコンデンサの構造。

【請求項32】 FETを前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサの上に形成し、前記FETの第1ソース/ドレイ

ン電極エリアと前記接触点を接触させ、ビットラインと前記FETの第2ソース/ドレイン電極を接続してメモリセルを形成することを特徴とする請求項31に記載の埋蔵式水平型トレンチコンデンサの構造。

【請求項33】 前記FETがMOSトランジスタであって、ゲート電極、ゲート酸化層と軽ドーパドドレイン電極及び複数のソース/ドレイン電極エリア等で構成されたことを特徴とする請求項31に記載の埋蔵式水平型トレンチコンデンサの構造。

【請求項34】 前記基板が単結晶シリコンに燐でN<sup>+</sup>ドーピングして形成されたことを特徴とする請求項31に記載の埋蔵式水平型トレンチコンデンサの構造。

【請求項35】 前記第1のポリシリコン層と第2のポリシリコン層は、燐でN<sup>+</sup>ドーピングして形成されたことを特徴とする請求項31に記載の埋蔵式水平型トレンチコンデンサの構造。

【請求項36】 前記エピタキシ層はドーピング量約 $1 \times 10^{15} \text{ atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{18} \text{ atom/cm}^3$ 間のジボランのP<sup>-</sup>ドーピングで形成されたことを特徴とする請求項31に記載の埋蔵式水平型トレンチコンデンサの構造。

【請求項37】 前記エピタキシ層の厚さが約200 から500Åの間にあることを特徴とする請求項31に記載の埋蔵式水平型トレンチコンデンサの構造。

【請求項38】 前記コンデンサのトレンチの深さが少なくとも0.2μmであることを特徴とする請求項31に記載の埋蔵式水平型トレンチコンデンサの構造。

【請求項39】 埋蔵式水平型トレンチコンデンサを有するダイナミックラムに於いて、

表面に容量トレンチをエッチングした基板と、前記容量トレンチに第1の誘電層を形成するとともに、第1のポリシリコン層で前記容量トレンチを充填し、パターニングされた第2の誘電層で前記容量トレンチの第1のポリシリコン層の上を覆うとともに、前記第2の誘電層を前記容量トレンチの周囲の前記第1の誘電層の上迄に延在させ、

前記基板上的エピタキシ層を側面に向かってパターニングされた前記第2の誘電層の上迄延在し、

前記エピタキシ層に下方に向かって前記容量トレンチの前記第1のポリシリコン層迄延在した垂直接触孔を有し、且つ、絶縁バットを前記接触孔の側壁に有して前記

接触孔内の第2のポリシリコン層にて前記容量トレンチ内の第1のポリシリコン層と接触することによって埋蔵式水平型トレンチコンデンサを完成し、且つ、前記埋蔵式水平型トレンチコンデンサの上を覆う前記エピタキシ層にFETを有して、前記FETの第1ソース/ドレイン電極エリアと前記アノード接触点を接続し、

ビットラインと前記FETの第2ソース/ドレイン電極とを接続してダイナミックラムセルを完成する構造を特徴とする埋蔵式水平型トレンチコンデンサを有するダイナミックラムの構造。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は集積回路部材に関し、特に、水平型トレンチコンデンサを有するダイナミックラム(DRAM)セルの新規製作法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】DRAMデバイスは、メモリセルアレイにコンデンサの蓄積電荷によって生成されるデジタル信号の蓄積に用いられ、メモリセルは、アクセストランジスタとコンデンサとで形成される。前記アクセストランジスタは、通常、Nチャネル電界効果トランジスタ(FET)を用い、ワードラインにより周辺回路へ接続する。前記コンデンサは、該基板の各メモリセルエリアにトレンチをエッチングしてトレンチコンデンサを構成、または、メモリセルエリアのアクセストランジスタの上に導電層を蒸着することによりスタックドコンデンサを形成して、電界効果トランジスタ(FET)のソース又はドレイン電極の何れと接続し、FETの他のソース又はドレイン電極にはビットラインが接続される。なお、DRAMデバイスのメモリセルアレイを搭載しうるようにする為、各コンデンサはメモリセルエリアのサイズよりも大きくなならない状態に置かれる。

【0003】然るに、DRAMデバイスのコンパクト化を期するに当たり、前記メモリセルエリアが縮小しえない状態に於いて、より多きメモリセルを具えるDRAMデバイスの製作難度は増加しつつあり、例えば、2000年以降にメモリセル数を $10^9$ ビット程度迄に拡張しようとするとなれば、各メモリセルエリアのサイズを縮小し、前記コンデンサの必要面積を縮小しなければならない故、充分な静電容量を維持して必要なSN比を提供することが更に難しくなる。また、コンデンサ内に充分な電荷を維持する為、リフレッシュサイクルの時間をも短くすることとなり、DRAMの実行機能が必然的に劣化する。半導体工業の前記課題解決方法に於いて、スタックドコンデンサを具えるDRAMデバイスの形成がある。前記コンデンサは、バストランジスタの上に形成され、Z軸方向に垂直延伸し、X-Yの軸方向、即ち、基板表面に沿って面積が縮小した場合、Z軸方向に於いて面積の増加が可能となる。周知される構成は二種類あって、図1は、ビットラインの下方にコンデンサを配置した構成(CUB capacitor under bit-line)を示し、図2にビットラインの上方にコンデンサを配置した構成(COB capacitor over bit-line)を示す。

【0004】図1は、CUB構成のDRAMデバイスの断面図である。該セルエリアは基板10の上に形成される電界酸化エリア12にて隔離され、前記電界酸化エリアは、局部酸化法(LOCOS)または、浅溝隔離法(shallow trench isolation)で形成し、加熱酸化法により酸化状態中にFETのゲート酸化層14をアクティブデバイスエリアに形成する。なお、ポリシリコン又はポリシー

ド層16を形成し、FETのゲート電極をパターニングで形成し、イオン注入によりFETのソース/ドレイン電極17をドーピングして構成するとともに、絶縁層18を形成し、異方性プラズマエッチバックにより、ウォールスペーサ18を形成する。更に、選択されるソース/ドレイン電極エリア19を2次イオン注入により形成してFETを完成する。スタックドコンデンサは内部誘電層、即ち絶縁層20を形成する。前記コンデンサの接触孔2は、絶縁層20をエッチングすることによって構成され、前記接触孔2から各FETのソース/ドレイン電極エリア19を露出(図1に於いては、DRAMセルアレイのメモリセルのみを記述)し、それぞれの接触孔2の22'(電極接触点)を介してコンデンサの下電極22に、FETのソース/ドレイン電極19が接続される。例えば、ドーピングされたポリシリコン層22は、パターニングすることによりブロックコンデンサの下電極22を画成する。なお、その他各層とプロセスのステップを踏み、クラウン型コンデンサ、フィン型コンデンサ及びその他類似物等の画成が行われ、前記スタックドコンデンサは、高誘電定数誘電層24及びパターニングにて形成される上電極26等とを画成して完成する。なお、第2の絶縁層28(内部誘電層)は、コンデンサの隔離用に用いる。ビットライン接触孔4は、絶縁層28をエッチングしてFETの第2のソース/ドレイン電極エリア19を露出することによって形成され、また、チタン或いは窒化チタンを含有するアルミ・銅合金バリア層の第1金属層をパターニングすることによってビットライン30を形成し、第2のソース/ドレインエリア19に接点30'を接続してDRAMセルアレイを形成する。なお、前記ビットラインに珪化タンゲステン( $\text{WSi}_2$ )又は珪化チタニウム( $\text{TiSi}_2$ )等のポリシード(金属珪化物/ポリシリコン層)を使用することもある。

【0005】高解析度ホトリソグラフィ技術は、浅いフォーカスの深さ(depth of focus)によって得る故、平坦な表面に無変形のフォトレジストパターンを用いた照射を行うとともに、平面上に形成する導電層の後続作業に異方性プラズマエッチングを施す時のスチープステップ(steepest step)残留の発生を防ぐが、素子表面分布の上下起伏による荒さがある故、平滑化技術を用いてサブマイクロメートル程度の平滑表面を提供しなければならない。また、ビットライン接触孔には、高いアスペクトレシオ(aspect ratio)が具えられ、高接触抵抗による電氣的断線(electrical open)現象が発生する。図2に、他の方法によって製造されたスタックドコンデンサを有するDRAMセルの断面図を示す。このDRAMセルアレイは、ビットラインの上方にコンデンサを配置した構成であって、製造方法はビットラインの下方にコンデンサを配置した構成に類似する故、符号も同じ表示にする。COB構成に於いて、ビットライン30は、絶縁層20に形成するビットライン接触孔4に於けるビットライ

ン接点30'をスタックドコンデンサが形成される前に画成する。このビットライン接触孔4には、比較的低いアスペクトレシオが具えられるも、ビットライン30は、通常導電性の低い高融点材質(ドーパドポリシリコン又は、金属珪化物)で形成される故、高温プロセスに於いてスタックドコンデンサを完成しなければならない。然るに、スタックドコンデンサの端点接触孔は、高いアスペクトレシオのコンタクトオープニングを必要とする故、そのエッチングプロセスが難しくなる。且つ、CUB構成をCOB構成に応用する時、素子表面の荒さに発生する問題をも考慮しなければならない。

【0006】なお、ビットラインとコンデンサとをシリコンの表面に形成するスタックドコンデンサの製造方法がある。コンデンサをビットラインの上方に構成するDRAMセルの3次元空間図を図3に示す。DRAMセルのサイズが逐次縮小されて、同一シリコン基板の平面上にビットラインとコンデンサ間に十分な空間を維持しながら同時に配置することは更に難しく成る。図3は、ビットラインの上方に二つのコンデンサを画成したDRAMセルを示す。この場合、下電極22'の上方に二つの隣接するクラウン型コンデンサ22と、ビットライン30とが設置され、図2に於ける絶縁層20と28は、この構成に表示されていない。図3内に於いて、デバイスのアクティブエリア1は、浅溝隔離エリア12に囲まれ、DRAMデバイスの提供しうるメモリセル数が少なくなり、ビットライン30とスタックドコンデンサ接点22'間の空間が更に縮小される。この結果は、同一基板に形成するビットラインとコンデンサとの隔離不足をきたし、短絡現象をもたらすこととなる。なお、不規則形状のメモリセルを設けることによりビットラインとコンデンサとの隔離を増加せうも、不規則形状のFETゲート電極の設計は、FETの通路長さの制御に困難をもたらし、生産能率の降下に繋がる。

【0007】図4は、トレンチコンデンサを用いたDRAMセルアレイ製造方法に於けるDRAMセルの断面図を示す。この方法は、蓄積用コンデンサをシリコン基板のトレンチエッチにて形成し、基板表面のエリアにビットラインを形成する。よって、コンデンサにはCUBまたはCOBの構造に於けるDRAM素子の分離問題がない。この方法は、未来の高密度DRAMセルアレイに於けるメモリセル表面積の縮小に対処して応用しうる。図4に、従来トレンチコンデンサのDRAMセルの断面図を示す。まず、シリコン基板10内に浅いトレンチ隔離エリア12を形成することによりアクティブデバイスエリアを隔離し、基板10にトレンチ5が示すような深い溝をエッチングして形成するとともに、前記トレンチ5のシリコン表面に高誘電定数絶縁層32を形成する。トレンチ内にアノード電極34をドーピングされたポリシード導電層にエッチバックしてコンデンサを形成し、トレンチコンデンサのデバイスエリア近隣に第1のゲート酸化層14を

形成してFET（アクセストランジスタ）が構成される。形成されたポリシード層をパターンニングしてゲート電極とワードライン（未表示）を画成し、また、軽ドーパド（lightly doped）ソース／ドレインエリア17、絶縁ウォールスペース18、重ドーパドソース／ドレインエリア19等を画成して、FETが完成される。更に、導電層をパターンニングしてストラップ36を画成することにより、コンデンサのポリシードアノード電極34とソース／ドレイン電極エリア19の一つとを接続させ、絶縁層20をエッチしてビットライン接触孔4を画成する。最後に第2のポリシード層をパターンニングすることでビットライン30を形成してDRAMセルアレイが完成される。

【0008】しかし、前記トレンチコンデンサを有するDRAMセルには制限がある。例えば、充分な蓄積容量を得る為にはトレンチの深い（アスペクトレシヨ20～40）コンデンサを構成することとなり、将来、ULSIプロセスに於けるDRAMのトレンチアスペクトレシヨは、予期以上の数字となる。なお、従来のトレンチコンデンサの画成方法に於けるプロセスの欠点は、トレンチによるFET下方のセルエリア延在する容量の増加ができないことである。J.M.ChoiのUSP 5,418,177に揭示されるFET下方エリアの利用方法は、基板上に埋蔵層式コンデンサを形成し、さらに、ポリシード層にFETを形成することであるが、前記FETは、単結晶シリコンに形成された物に比べて劣る。McElroyのUSP 4,896,293に開示する方法は、トレンチの側壁にFETを形成し、ドレイン電極を基板の上方表面に画成することでデバイスのサイズを小さくする。なお、Ishiが開示したUSP 5,112,771は、深いトレンチをエッチングし、トレンチ下方に位置するシリコン基板を等方性エッチングをすることによって容量エリアを増加することである。

【0009】前記トレンチコンデンサを製造するまた一つの方法に、FETをトレンチの上方に形成することによりデバイスの空間を節減する方法がある。この方法は、マガジン「Wolf」第2期609頁及び611頁に示す図8-24と図8-25内に開示される。該方法は、ダブルエピタキシャルプロセス(double epitaxy process)によってセルフアラインドエピタキシ(self-aligned epitaxy)をトレンチの上に形成する。完全にP<sup>+</sup>基板と隔離する蓄積電極(P<sup>+</sup>ポリシリコン点電極)の画成後、選択性エピタキシを側面に成長させ、トレンチコンデンサを隔離する酸化珪素の上に単結晶P<sup>-</sup>シリコンを形成する。但し、前記エピタキシャル成長は、トレンチの上にエピタキシが完全に形成される以前に停止してセルフアラインド孔を画成する。なお、孔内の酸化珪素をエッチングすることによりトレンチ内のP<sup>+</sup>ポリシリコンを露出させ、第2のP<sup>-</sup>エピタキシャル層が成長し、孔内にPチャネルFETメモリセルコンデンサのピラミット状ポリシリコンの接触点を形成する。しかし、マルチエピタキシは原価面に於ける効果が薄く、256メガビット或いは1ジギビット

トDRAMデバイスに於ける孔径の管理が難しい。また、P<sup>+</sup>基板のP<sup>+</sup>蓄積電極は、高誘電定数の誘電層を経て漏れ電流現象を引起す原因にもなる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】半導体工業に与えられた課題は、DRAMセル製作に於けるトレンチ蓄積コンデンサの製造方法を改善することにより、トレンチコンデンサの信頼度と経済面の効果とを向上させる原則上に於いて、深さ（アスペクトレシヨ）を減少させても容量増加が可能である製品の開発となる。本発明は、メモリセルに容量増加用の埋蔵式トレンチコンデンサを具えるDRAMセルアレイの構造と製造方法を提供することを主要目的とする。本発明のまたの目的は、埋蔵式水平型トレンチコンデンサを製造することによりDRAM素子のメモリセル密度が増加しうする方法を提供し、未来高密度（ジギビット）メモリデバイスに応用しうるDRAMセルアレイの容量増加である。

【0011】本発明の更の目的は、埋蔵式水平型トレンチコンデンサの上にエピタキシャル層を具え、前記FETのゲート電極と浅いトレンチ隔離エリアとをコンデンサの上に構成することにより、DRAMセルの密度を増加することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の目的に対応して提出される埋蔵式水平型トレンチコンデンサを具えたDRAMセルアレイの製造方法を以下に簡略に述べる：P型半導体をドーピングした単結晶シリコン半導体基板の上に、第1のバット酸化層と第1の窒化珪素層を形成し、従来のホトリソグラフィ技術と異方性エッチアッププロセスによるパターンニングの後、基板に容量トレンチを画成し、各DRAMセルの基板上に埋蔵式水平型トレンチコンデンサのアノード電極を画成する。前記容量トレンチは、基板に垂直するZ軸方向に延伸しうるほか、水平方向（X-Y軸方向）に向かっても拡張しうるような逆マシユルム形状を形成して、容量の増加を行う。該容量トレンチの表面に高誘電定数具える第1の誘電層、例えば、酸化珪素／窒化珪素層を形成させ、容量トレンチを充填しうる厚さのブランケット状第1ポリシリコン層を形成し、化学機械研磨法でシリコン基板の表面が露出するように研磨してトレンチ内に残留する前記第1のポリシリコン層とシリコン基板の表面を同一平面に仕上げ、高誘電定数具える第2の誘電層を前記第1のポリシリコン層とシリコン基板の表面に形成し、第1のポリシリコン層と第1の誘電層周縁上に延伸した部分及び基板の上に拡張した部分を覆う部分を残すようにパターンニングする。

【0013】エピタキシャル珪素層をシリコン基板上に形成する。前記シリコン基板にエピタキシ成長する前記エピタキシャル珪素層は、第2の誘電層の上方に向かって延伸すると同時に、この非選択性エピタキシによりア

モルファスSiを第2の誘電層上に成長させ、エピタキシャル珪素層の側面成長により、トレンチに充填されるポリシリコン上方のアモルファスSi層上部の表面積を逐次減少させる。トレンチ上のこのエピタキシ／アモルファスSi層の延伸により、FETのゲート電極と浅溝隔離エリアを容量トレンチの上に形成し、DRAMセルの密度増加が可能となる。更に、第2のバック酸化層と第2の窒化珪素層でアクティブデバイスエリアを覆うことにより電界酸化隔離エリアを構成し、この電界酸化隔離エリアは隠蔽式水平型トレンチコンデンサ上方のアクティブエリアを囲うよう形成されて隔離が行われる。従来の局部エリア酸化(LOCOS)法によって電界酸化隔離エリアノ形成が可能ではあるが、本願は、浅溝隔離方式を用いて形成される。その後、第2の窒化珪素層と第2のバック酸化層をフォトリソマスクと異方性プラズマエッチングを用いてエッチングするとともに、第2の誘電層に至る迄エピタキシ／アモルファスSi層を貫通して接触孔を画成する。フォトリソマスクを剥離した後、接触孔のエピタキシ／アモルファスSi層側壁上に絶縁ライナーを構成し、異方性プラズマエッチングにより接触孔内の第2の誘電層を除去することによって水平型トレンチコンデンサの第1のポリシリコン層を露出させ、第2のドーパドポリシリコン層を形成して接触孔を充填し、窒化珪素層でアクティブデバイスエリアを保護し、第2のポリシリコン層をエッチバック又は化学機械研磨法にて第2のポリシリコン層を研磨してアノード接触点を画成して、埋蔵式水平型トレンチコンデンサを完成する。

【0014】続いて、第2のバック酸化層と第2の窒化珪素層を除去するとともに、デバイスエリアにFETのゲート電極を画成してDRAMセルアレイを構成する。なお、第1のポリシード金属層を形成してパターニングし、水平型トレンチコンデンサの上方のアノード接触孔に近隣したデバイスエリアにFETのゲート電極を画成することでDRAMセルのサイズを縮小させ、また、ポリシード金属層のパターニングと同時にビットラインを浅溝隔離エリアに画成し、イオン移植法でゲート電極の近傍に軽ドーパドソース／ドレイン電極エリアを形成する。絶縁層を形成してパターニングし、FETゲート電極の側壁に間隙壁を形成させ、イオン注入法で間隙壁の近隣に重ドーパドソース／ドレイン電極エリアを形成することでDRAMセルアレイのFETが構成される。なお、各FETのソース／ドレイン電極エリアを水平型トレンチコンデンサのアノード接触点上方迄延伸させ、導電層を蒸着してパターニングし、接点ストラップをバット層の上方に形成させてソース／ドレイン電極エリアとアノード接触点との電気接続を構成する。また、ポリシリコン／金属誘電層にてFETのゲート電極とソース／ドレイン電極エリアを隔離し、更にポリシリコン／金属誘電層をエッチングして各FETの第2のソース／ドレ

イン電極エリアを露出させてビットライン接触孔が画成される。第2のポリシード金属層を蒸着してパターニングをすることでビットラインを形成してDRAMセルアレイが完成される。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】本発明の前記目的、特徴及びメリットを更に分かりやすくさせる為、実施例を挙げ、図面を参照して以下に詳細な説明をする。埋蔵式水平型トレンチコンデンサを有する高密度ダイナミックラムセルアレイは、単一のエピタキシャル珪素層を埋蔵式コンデンサの上方に延在して形成される。前記DRAMセルの構成とその構成の方法を以下に詳述する。DRAMセルは、埋蔵式水平型トレンチコンデンサのP<sup>-</sup>エピタキシャル層の上に、N<sup>-</sup>チャネル電界効果トランジスタ(N-channel FET)を各メモリセルのアクセストランジスタとして形成する。デバイスエリアが縮小した場合、この設計は、デバイスエリア下方の空間を利用した本発明により容量の増加された埋蔵式コンデンサの製作が可能となる。この技術に精通した者であれば、本実施例に記述される以外の工程ステップ及び他形式の素子の増加等をも、このDRAMチップに含むことは承でできる筈である。例えば、基板のPドーパドエピタキシ(P-doped epitaxy)にNドーパドウェルリジョン(N-doped well region)を形成、又は、CMOS回路(complementary metal-oxide semiconductor circuit)にP<sup>-</sup>チャネルFETを形成すること等は、DRAMチップの周辺回路の一つである。

【0016】図5-11を参照して、新規埋蔵式水平型トレンチコンデンサにてDRAMセルを形成するプロセスステップの詳細を以下に記述する。また、図12は、前記埋蔵式トレンチコンデンサにて形成されるDRAMセルの断面図を示す。図5に於いて、DRAMセルのコンデンサ製作に於けるイニシャルステップの断面図を示す。この段階に於いて、埋蔵式水平型トレンチコンデンサを半導体基板40に形成する。P<sup>+</sup>ドーピング(例えば、ジボラン)の単結晶シリコン基板40と、基板40上に熱酸化法で形成された酸化シリコンが組成する第1のバット酸化層42を約20-300Å間の厚さで形成し、前記第1のバット酸化層42の上に第1の窒化珪素層44を、低圧化学気相成長法(LPCVD)により二塩化シラン(SiCl<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)とアンモニアとの反応ガスで50-1000Åの厚さに形成する。

【0017】フォトリソマスク46と異方性プラズマエッチングは、後続するデバイスエリアのエッチングプロセスに於いて、埋蔵式水平型トレンチコンデンサの容量トレンチ形成に使用される。第1の窒化珪素層44と第1のバット酸化層42は、高密度プラズマエッチャ(high-density plasma etcher)で異方性プラズマエッチング、又は、フッ素ガス(例えば、CF<sub>4</sub>)を含有するリアクティブイオンエッチャ(reactive ion etcher)に於いてP<sup>+</sup>



ドーパド基板40に容量トレンチ7が形成される迄継続的にエッチングされ、このトレンチは、後続のステップに於けるコンデンサの正電極として形成する。なお、より良きトレンチは、異方性プラズマエッチングと塩素の混合ガスによるエッチングで形成される。前記トレンチ7は、垂直の方向(Z軸方向)に延在しうのみでなく、水平の方向(X-Y軸方向)にも拡張することができ、逆マッシュルーム形状を構成し、デバイスエリア下方の空間を利用することにより容量の増加が可能となる。なお、容量の増加は、トレンチを深くすることによって増加することも可能である。前記エッチングによるトレンチ7の深さは、少なくとも約0.2 $\mu\text{m}$ 以上にする。

【0018】図6に、フォトレジスト46を剥離した後のシリコン基板のトレンチ7表面に第1の誘電層(高誘電定数)48、例えば、酸化珪素/窒化珪素/酸化珪素(ONO)誘電層を形成した状態を示す。前記ONOの形成は、トレンチ7の表面を加熱して酸化させた後、窒化珪素層を蒸着し、酸素雰囲気を通してることによってアニールを行い、一部分の窒化珪素を酸素と反応させて酸化珪素を形成する。ONO48の厚さは、約20~100Åの間が最適である。なお、前記第1の誘電層にその他の高誘電定数誘電層、例えば、酸化タンタル( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ )または、その他の類似物を使用することができる。

【0019】図7は、前記第1の誘電層48の上に厚さがトレンチの深さより大きいブランケット状の第1のポリシリコン層50を形成してトレンチ7を充填した状態を示す。ポリシリコン層50は、低圧気相成長法(LPCVD)に水素化珪素を反応ガスとし、約 $1 \times 10^{19} \text{atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{21} \text{atom/cm}^3$ 迄の濃度でポリシリコン蒸着と同時に水素化珪素(phosphine  $\text{PH}_3$ )を $\text{N}^+$ ドーパドして形成する。なお、化学機械研磨法を用い、前記シリコン基板40の表面が露出する迄第1のポリシリコン層50を研磨し、前記トレンチ7内の第1のポリシリコン層50のみを残して、前記第1のポリシリコン層50と基板40の表面を同一の表面に仕上げる。前記研磨は、一般半導体工業が常用する同一の方法であって、市販の研磨装置とスラリーを用いて行う。前記シリコン基板40と第1のポリシリコン層50の上に第1の誘電層48の酸化珪素/窒化珪素/酸化珪素層同様に第2の誘電層(高誘電定数)52を形成し、前記第2の酸化珪素/窒化珪素/酸化珪素層の熱酸化ステップに於いて、化学機械研磨で発生した研磨の損害を補正する。第2の誘電層52をパターンニングすることにより第1のポリシリコン層50を覆う部分と第1の誘電層48周縁及び基板40上に延在した部分を残して図8が示す状態になる。前記誘電層52のパターンニングは、フォトレジストマスクを用い、フッ化水素の希釈液内にてウェットエッチングで酸化珪素層を除き、また、熱磷酸溶液でエッチングして窒化珪素層を除く。

【0020】図9は、本発明に於ける重要特徴を示す。シリコン基板40の上に非選択性エピタキシャル珪素層(n

on-selective epitaxial silicon layer)54を成長させるとともに、トレンチ7上方の第2誘電層52の上にアモルファスSi54'を成長させる。エピタキシャル層54の成長が第2誘電層52の上迄延在し、非選択性エピタキシャルである為、第2誘電層52の上に成長するアモルファスSi54'は、トレンチを充填するポリシリコンの上のアモルファスSi54'に於ける上部面積が逐次減少して図9に示された点線53の図形を呈す。このエピタキシャル/アモルファスSi層54(アモルファスSi54'を含む)は、市販のエピタキシャル反応装置にて200~5000Åの厚さに形成させ、同時に、ジボラン(diborane  $\text{B}_2\text{H}_6$ )で前記エピタキシャル/アモルファスSi層54を硼素のドーピング濃度 $1 \times 10^{15} \text{atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{18} \text{atom/cm}^3$ 迄のP-ドーパドエピタキシャル層を形成する。このエピタキシャル層54は、ポリシリコンを充填した容量トレンチの上方に延在して、DRAMのFETのゲート電極と浅溝隔離エリアが容量トレンチの上方に形成しうるようにし、容量の増加に伴ってDRAMセルの密度を増加する。

【0021】さらに、図10の如く、前記第1のバット酸化層と第1の窒化珪素層を蒸着する方法で第2のバット酸化層56と第2の窒化珪素層58をエピタキシャル/アモルファスSi層54の上に蒸着し、未図示のフォトレジストマスク及びプラズマエッチングにて、デバイスを形成するアクティブエリア部分を残す。電界酸化隔離エリア60は、埋蔵式水平型トレンチコンデンサ上方のアクティブエリアを囲んで隔離を形成する。前記電界酸化隔離エリア60は、従来の局部エリア酸化法で形成することもできるが、浅溝隔離法にて高密度のDRAMデバイスを形成するほうがよい。一般工業に使用される方法は、エッチングでトレンチを形成した後、熱酸化及び化学気相成長法で酸化珪素層60を蒸着し、化学機械で研磨して、酸化珪素層60を窒化珪素層表面迄エッチバックすることによりデバイスエリアとの同一平面を構成させる。前記浅溝隔離法にて形成するトレンチの深さは、約0.1 $\mu\text{m}$ から1.0 $\mu\text{m}$ 迄である。

【0022】従来のホトリアグラフィ技術のフォトレジストマスク62および異方性プラズマエッチングプロセスで第2の窒化珪素層58とアモルファスSi層54'をアノード電極50上の第2誘電層52迄エッチングして端点接触孔9を画成する。前記端点接触孔9は、リアクティブイオンエッチング、又は、高密度プラズマエッチングで画成するほうが良い。なお、窒化珪素層58及び酸化珪素層56は、 $\text{CCl}_2\text{F}_2$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{CF}_4/\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{CHF}_2$ 等のフッ素を含むフッ化物、または、その類似性質を具える物のエッチングガスでエッチングし、アモルファスSi層54'は、 $\text{BCl}_2/\text{CCl}_4$ 、 $\text{BCl}_3/\text{CF}_4$ 等塩素或いは臭素を含むガス、または、その類似性質を具える物のエッチングガスでエッチングする。その後、図11が示すように、フォトレジストマスク62を剥離し、第2の窒化珪素層58を除去する

前に、熱酸化法を用いて端点接触孔9の側壁にライナーオキサイド層64を形成する。デバイスエリア上の第2の窒化珪素層58と第2誘電層上の窒化珪素層58は、酸化反応の発生を防止する。前記ライナーオキサイド層64は、高誘電定数の誘電層、例えば、酸化物/窒化物/酸化物層を約20Åから100Å迄の厚さに蒸着、又は、酸化タンタル( $Ta_2O_5$ )で前記ライナー層64を形成する。その後、異方性プラズマエッチングを行いことにより、端点接触孔9内の高誘電定数誘電層64, 52を選択的に除去する。

【0023】なお、低圧化学気相成長法で第2のポリシリコン層66を形成して研磨し、接触孔9に埋蔵式水平型トレンチコンデンサと接続されるアノード接触点66を形成する。前記窒化珪素層58と電界隔離エリア60は、研磨またはエッチバックの作業に於いてシリコン基板を保護する。前記第2のポリシリコン層66の厚さは接触孔9の幅の半分よりも大きくし、接触孔を完全に充填しうるように形成するとともに、低圧化学気相成長法でポリシリコンを蒸着する時、燐化水素( $PH_3$ )を通し、ドーパド濃度を約 $1 \times 10^{19} \text{atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{22} \text{atom/cm}^3$ 迄の程度にする。DRAMセルアレイは、図12に示すように、バストランジスタとビットラインを形成して完成される。本発明に於ける重要特徴は、各メモリセルのFETをトレンチコンデンサ上方のエピタキシャル層54の上に画成したことであって、デバイスのサイズを縮小するとともに、容量値を増加させる。

【0024】その後の工程で、図11に示されるデバイスの第2窒化珪素層58および第2パッド酸化層56を除去する。窒化珪素層58の除去に熱燐酸エッチングが使用され、パッド酸化層56の除去にフッ酸(hydrofluoric acid)溶液が使用される。FETのゲート電極酸化層14はドライ酸素の雰囲気において、熱酸化法を用いデバイスエリアの上に、厚さ約20Åから100Å迄に形成する。FETのゲート電極16とビットライン16'は、ゲート電極酸化層14の上にポリシリコン層と珪化タングステン層を蒸着して第1のポリシード層16を形成し、パターニングによって画成する。前記第1のポリシード層16は、低圧化学気相成長法により、厚さ約500Åから3500Å迄の $N^+$ ドーパドポリシリコン層を形成する。典型的なポリシリコンは、濃度約 $1 \times 10^{19} \text{atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{21} \text{atom/cm}^3$ 程度迄の砒素または燐にてイオン注入を行ってドーピングする。珪化タングステン層は、WF<sub>6</sub>と水素化珪素を反応ガスとして低圧化学気相成長法によって形成する。

【0025】その後、伝統的ホトリアグラフィ技術および異方性プラズマエッチングにより、ポリシード層をエッチングし、FETのゲート電極16と浅溝隔離エリア60の上のビットライン16'を同時に画成する。本発明の方法では、ゲート電極16を埋蔵式水平型トレンチコンデンサ8の上迄延在伸してDRAMセルのサイズを更に縮小

する。なお、ゲート電極酸化層16をアノード接触点に近隣して形成することができる。軽ドーパドソース/ドレイン電極エリア17は、ゲート電極16に近隣してイオン注入を行うことで形成される。一般DRAMセルが採用するN-チャネルバストランジスタの軽ドーパドソース/ドレイン電極エリア17の形成では、約15KeVから40KeV程度のエネルギーが注入される故、約 $1 \times 10^{13} \text{atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{15} \text{atom/cm}^3$ 程度の砒素または燐が注入される。また、酸化珪素層等の絶縁層を蒸着し、エッチバックしてFETのゲート電極16とビットライン16'の側壁間隙壁18を形成し、砒素を注入して重ドーパドソース/ドレイン電極エリア19を形成する。前記ソース/ドレイン電極エリア19は、イオン注入法により、約 $1 \times 10^{19} \text{atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{21} \text{atom/cm}^3$ 程度のドーピングを行う。FETの前記ソース/ドレイン電極エリア19は埋蔵隠匿式水平型トレンチコンデンサ8のアノード接触点66の上迄延在伸する。また、絶縁ライナー64の上に導電層を蒸着して、パターニングによりアノードストラップ68を形成し、前記ソース/ドレイン電極エリア19とアノード接触点66をより良き電気接触にする。なお、前記アノードストラップ68は、厚さ50Åから1000Å迄のチタン、窒化チタン、珪化タングステンまたはその他の金属窒化物を蒸着し、プラズマエッチまたはウェットエッチでパターニングして画成する。

【0026】更に、ポリシリコン/金属誘電(PMD)層70をデバイスの上に蒸着してFETのゲート電極16とソース/ドレイン電極エリア19を隔離する。前記PMD層70は、化学気相成長法で厚さ1000~5000Åの酸化珪素層を形成蒸着し、表面を平坦化することによって、無変形のフォトリジスト画面を形成させ、次層ビットラインのパターニングを改善し、ビットライン間に残留物が無いようにする。前記ポリシリコン/金属誘電(PMD)層70を各FETの第2のソース/ドレイン電極エリア19が露出するまでエッチングしてビットライン接触孔4を設け、第2のポリシリコン/金属層30を蒸着してパターニングすることによりビットラインを画成してDRAMセルアレイを完成する。前記ポリシリコン/金属層30は、厚さ約250Åから2000Å迄の $N^+$ ドーパドポリシリコン層と厚さ約200Åから2000Å迄の珪化タングステン層で構成される。なお、ポリシリコン層は低圧化学気相成長法にて燐化水素( $PH_3$ )を反応ガスとし、濃度約 $1 \times 10^{19} \text{atom/cm}^3$ から $1 \times 10^{21} \text{atom/cm}^3$ 程度迄の砒素または燐でドーピングを行う。前記珪化タングステン層は、WF<sub>6</sub>と水素化珪素を反応ガスとして低圧化学気相成長法によって形成し、最後に、異方性プラズマエッチングで前記ポリシリコン/金属層30をエッチングしてビットラインを形成する。

【0027】

【発明の効果】以上に記述するDRAMセルの構成は、基板に形成するコンデンサを水平方向に延在伸すること

によりその容量の増加が可能であって、従来の高アスペクトレシヨトレンチのエッチングが不要になるとともに容量増加の目的を達成することができる。更に容量を増加しなければならない場合、従来の垂直デープトレンチのアスペクトレシヨ20~40は、未来ULSIのDRAMデバイスに於いて、更に増加されることが予期されうる。しかし、コンデンサの垂直トレンチを深くすることは、エッチングと再充填のステップに於いてプロセスの困難を招く。本願の構成は、基板表面の空き空間にビットラインを画成することにより、メモリセルのサイズを縮小し、また、この新規の構成によるDRAMは、スタックドコンデンサの容量電極とビットラインとを基板表面に形成することでデバイスの構成が更に凹凸起伏する前記構成よりはメリットがある。

【0028】本発明は、発明の実施形態にて記述したように揭示するが、前記記述は本発明を拘束するものではない。本発明に述べる発明の主旨と範囲に於いて、この方面の技芸に精通した者が各種の変更及び修飾をすることができうる故、本発明の保護すべき範囲は、明細書に記載された特許請求の範囲を基準とする。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のビットラインの下方にコンデンサを配置した構成（CUB構成）を示すDRAMセルの断面図。

【図2】 従来のビットラインの上方にコンデンサを配置した構成（COB構成）を示すDRAMセルの断面図。

【図3】 従来のスタックドコンデンサをビットラインの上方に構成したDRAMセルの三次元空間図。ビットラインとコンデンサとが同一のデバイスエリア上に形成した場合の問題を揭示する。

【図4】 従来のDRAMセルに於いてデバイスの比例を縮小した場合、伝統的なトレンチコンデンサがデープトレンチを構成して容量を増加する時の断面図。

【図5】 本発明の実施形態に於いて、埋蔵隠匿式水平型トレンチコンデンサを具えたDRAMセルアレイを形成する時の各ステップに於けるデバイスの断面図。

【図6】 本発明の実施形態に於いて、埋蔵隠匿式水平型トレンチコンデンサを具えたDRAMセルアレイを形成する時の各ステップに於けるデバイスの断面図。

【図7】 本発明の実施形態に於いて、埋蔵隠匿式水平型トレンチコンデンサを具えたDRAMセルアレイを形

成する時の各ステップに於けるデバイスの断面図。

【図8】 本発明の実施形態に於いて、埋蔵隠匿式水平型トレンチコンデンサを具えたDRAMセルアレイを形成する時の各ステップに於けるデバイスの断面図。

【図9】 本発明の実施形態に於いて、埋蔵隠匿式水平型トレンチコンデンサを具えたDRAMセルアレイを形成する時の各ステップに於けるデバイスの断面図。

【図10】 本発明の実施形態に於いて、埋蔵隠匿式水平型トレンチコンデンサを具えたDRAMセルアレイを形成する時の各ステップに於けるデバイスの断面図。

【図11】 本発明の実施形態に於いて、埋蔵隠匿式水平型トレンチコンデンサを具えたDRAMセルアレイを形成する時の各ステップに於けるデバイスの断面図。

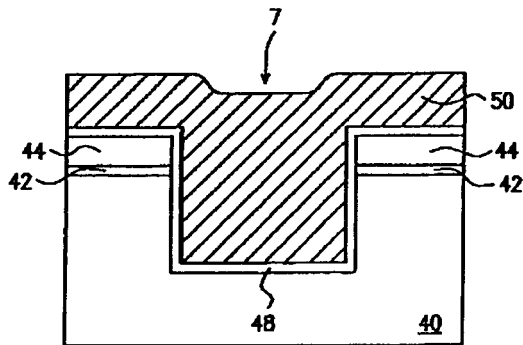
【図12】 本発明の実施形態に於いて、埋蔵隠匿式水平型トレンチコンデンサを具えたDRAMセルアレイを形成する時の各ステップに於けるデバイスの断面図。

#### 【符号の説明】

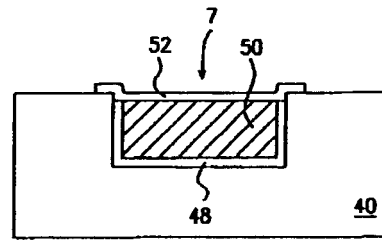
2, 9	端点接触孔	4	ビット ライン接触孔
7	容量トレンチ	10, 40	基板
12, 60	電界酸化隔離エリア	14	ゲート 電極酸化層
16	ゲート電極	16'	ワード ライン
17	ライトドープドソース／ドレイン電極エリア		
18	間隙壁		
19	重ドープドソース／ドレイン電極エリア		
20, 28, 32	絶縁層	22	コンデ ンサ
22'	下電極	24, 48, 52	誘電層
26	上電極	30, 30'	ビット ライン
34	アノード電極	36, 68	バット 酸化層
44, 58	窒化珪素層	46, 52	フォト レジストマスク
50	ポリシリコン層	54	エピタ キシシリコン
54'	非エピタキシシリコン	64	ライナ ー酸化層
66	アノード接触点	70	ポリシ リコン／金属誘電層



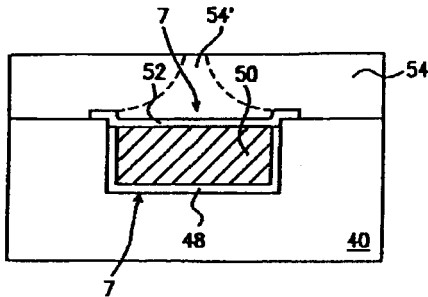
【図7】



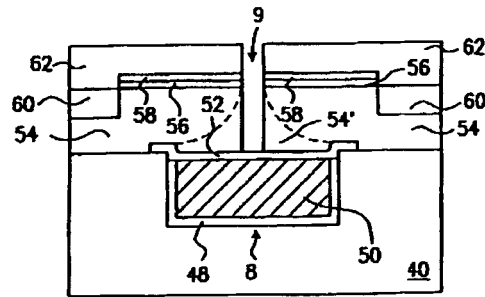
【図8】



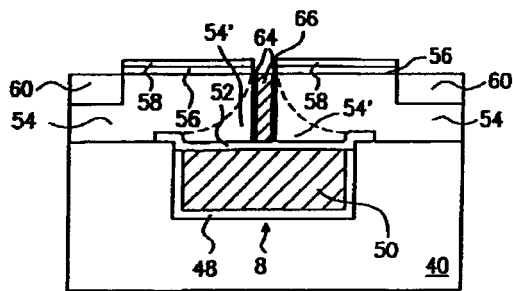
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

